

BEZBEDNOST EKSPLOATACIJE MOTORNIH VOZILA SA ASPEKTA IZDUVNE EMISIJE

EXPLOITATION OF MOTOR VEHICLE SAFETY ASPECT EXHAUST EMISSIONS

Vojislav Krstić, student doktorskih studija
Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu

Božidar Krstić, redovni profesor
Fakultet inženjerskih nauka u Kragujevcu

REZIME

U radu se razmatra trenutna situacija problematika regulative u oblasti izduvne emisije motornih vozila. Analizirane su alternativne tehnologije za pogon motornih vozila. Dat je prikaz zastupljenosti alternativnih goriva i tehnologija u motornim vozilima u nekim evropskim zemljama, kao i primeri nekih realizovanih rešenja autobusa sa alternativnim pogonskim sistemima.

Ključne reči: motorna vozila, alternativne tehnologije, motori sus, propisi, izduvna emisija

ABSTRACT

The paper presents actual situation of European regulations in the field of motor vehicle exhaust emissions.

The paper reviews alternative technologies for propulsion of motor vehicles. The alternative fuels and technologies applied in the cities of some of the European countries are reviewed including the examples of some of the solutions of motor vehicles realized by applying alternative propulsion systems.

Key words: motor vehicles, alternative technologies, IC engine, regulation, exhaust emission

1. UVOD

Intenzivan razvoj saobraćaja, koji je logična posledica napretka društva, ima neželjena dejstva na okruženje: Povećanje broja saobraćajnih nezgoda; Zagađenje okoline izduvnom emisijom motora; Buka; Nereciklirani materijali delova vozila; Pretvaranje prirodnih površina u asfaltno-betonske površine za saobraćajnice i parking prostore.

Danas se veliki naponi ulažu radi uvođenja ekološki čistijih i odstranjivanje ekološki „prljavih“ vozila sa drumova. Čist vazduh predstavlja osnovu zdravog života i blagostanja svih živih bića. Jedan od većih uzročnika zagađenja vazduha je saobraćaj.

Trenutno na Zemlji živi oko sedam milijardi ljudi, a broj registrovanih vozila je oko milijardu i šesto miliona. U Francuskoj, Japanu i Nemačkoj je oko 600 vozila na 1000 stanovnika, dok u SAD je 800 vozila na 1000 stanovnika. U Srbiji je broj registrovanih automobila oko 1500000 vozila.

Broj automobila u svetu neprekidno raste. Iz tog razloga nastoji se da motorno vozilo bude u skladu sa prirodom i njenim zakonima. To znači da štetan uticaj motornih vozila na okolinu se

svede na najmanju moguću meru. To se postiže, između ostalog, i uvođenjem zakonske regulative po pitanju izduvne emisije.

Alternativna goriva, koja su namenjena za primenu u motornim vozilima, izazivaju manje zagađenje vazduha, u odnosu na benzin i dizel gorivo. Danas se primenjuju, ili planiraju da primenjuju u vozilima sledeća alternativna goriva: biogoriva (biodizel, etanol i biogas), metanol, prirodni gas, tečni naftni gas, hidrogen, gorive ćelije i elektricitet. Previsoka cena ovih goriva danas, u većoj meri onemogućava im masovnu primenu u vozilima. Iz tog razloga, za pogon motornih vozila, još uvek, dominira primena motora sa unutrašnjim sagorevanjem. Razvoj alternativnih goriva normalno je da prati i razvoj odgovarajućih tehnoloških rešenja pogonskih sistema motornih vozila. To su: pogon na komprimovani prirodni gas, hidrogen, gorive ćelije, hibridni i elektro pogon.

2. STANJE I RAZVOJ POJEDINIH KONCEPCIJA POGONA DRUMSKIH VOZILA

Razvoj motornih vozila je počeo sa razvojem pouzdanog pogonskog agregata, što govori o njegovoj važnosti i funkciji u motornom vozilu. Kao pogonski agregat kod motornih vozila danas se najviše koristi motor sa unutrašnjim sagorevanjem, u kome se hemijska energija goriva pretvara u mehanički rad.

Prednosti primene motora sa unutrašnjim sagorevanjem su: Relativno dobra ekonomičnost goriva; relativno dobra specifična snaga; Dobra kompatibilnost gradnje; Brza spremnost za rad; Troše gorivo samo dok rade; Koriste gorivo visoke energetske sabijenosti.

Nedostaci klipnih motora su : Loše ekološke karakteristike; Velika zavisnost od kvaliteta goriva; Nesamostalan početak rada; Znatna bučnost; Komplikovana konstrukcija; Nemogućnost preopterećenja motora; Zahteva stručno rukovanje i održavanje; Visoka cena goriva; Visoka cena proizvodnje.

Nepoželjne pojave tokom sagorevanja u oto motorima su: Pojava disocijacije (umanjuje efikasnost); Pojave nekontrolisanog paljenja i detonacije (ugrožavaju konstrukciju); Pojave toksičnih komponentata u izduvnoj emisiji (ugrožava okolinu).

Nepoželjne pojave tokom sagorevanja u dizel motorima su: Udarno sagorevanje; Dim u izduvnoj emisiji; Toksičnost izduvne emisije.

Razvoj alternativnih goriva za pogon motornih vozila doveo je do razvoja odgovarajućih tehničko-tehnoloških rešenja njihovih podsistema, odnosno tehnologija radi zadovoljenja sve strožijih ekoloških propisa i poboljšanja energetske efektivnosti.

Uticaj vozila na okolinu, sa aspekta ekoloških pokazatelja, može se poboljšati kroz primenu savremenih tehničko-tehnoloških rešenja za njihov pogon. Alternativna, ili "čista" goriva, koja su namenjena za primenu u motornim vozilima, mogu u velikoj meri da poboljšaju kvalitet vazduha, zahvaljujući svojim karakteristikama koje ih čine čistijim od benzina i dizela. Generalno posmatrano ova goriva emituju, pri sagorevanju, manje ugljovodonika koji su manje reaktivni i manje toksični, a emisija CO₂ je takođe redukovana, što doprinosi smanjenju globalnog zagađenja. U najpoznatija alternativna goriva ubrajaju se: Biogoriva (biodizel, etanol i biogas); Metanol; Prirodni gas; Tečni naftni gas; Hidrogen; Gorive ćelije; Elektricitet.

Zbog svoje visoke cene, alternativna goriva do danas nisu našla širu primenu, iako imaju povoljnije ekološke karakteristike u odnosu na benzin i dizel gorivo.

Razvoj alternativnih goriva pratio je i razvoj odgovarajućih tehnoloških rešenja pogonskih sistema vozila, od kojih su najpoznatiji: Pogon na komprimovani prirodni gas; Hidrogen; Gorive ćelije; Hibridni i elektro pogon.

Na osnovu istraživanja Internacionalne organizacije za javni prevoz UITP (The International Association of Public Transport) došlo se do zaključka da oko 90% gradskog voznog parka je sa dizel motorima, a ostalo pripada alternativnim gorivima: Komprimovani prirodni gas – CNG (oko 41%), Tečni naftni gas – LPG (oko 1,7%), Biodizel (2,8%), Biogas (0,3%) i elektropogon

(0,5%). Ukupan udeo drugih goriva, kao što su: etanol, različite dizel i biodizel mešavine i gorive ćelije je manji od 0,5%.

Oko 68% autobusa sa dizel motorima koristi dizel gorivo sa niskim sadržajem sumpora.

Emulzija vode i dizela se koristi na 6% autobusa u Francuskoj, oko 5% u Italiji, dok u drugim zemljama skoro se ne koristi.

Autobusi sa CNG zastupljeni su sa oko 20% u voznim parkovima Atine i Helsinkija. Sa LPG-om je opremljeno 100% autobusa u Beču i oko 14% autobusa u Kopenhagenu. Biodizel se koristi oko 29% u voznom parku Luksemburga, 18% u Austriji i 6% u Španiji. Korišćenje biogasa je zanemarljivo, izuzev u Švedskoj. Primena autobusa sa elektro pogonom u Italiji je pet puta veća nego prosečna primena u svim ostalim zemljama. Hibridni autobusi, uglavnom sa dizel-električnim pogonom zastupljeni su sa oko 0,25% od ukupnog analiziranog voznog parka u 90 zemalja. U korišćenju hibridnih pogona prednjači Luksemburg (sa 8%), a za njim Italija. (sa 1%). Najveći broj autobusa je sa Euro2 i Euro3 motorima (koji čine oko 2/3). U većini zemalja najviše je autobusa ispod Euro standarda.

Komprimovani prirodni gas (CNG) je u motornim vozilima najčešće primenjivano alternativno gorivo. Danas u svetu ima preko 9600000 vozila koja su pogonjena ovim gorivom. Vodeće zemlje, po broju vozila na CNG su: Pakistan, Argentina, Brazil, Iran i Indija.

U Evropi je više od 1100000 vozila na CNG (78% putnička vozila, 5,6% autobusi, 8,2% komercijalna vozila). Italija je na prvom mestu u Evropi po broju vozila na CNG.

MAN, Mercedes, Solaris i Volvo imaju u serijskoj proizvodnji autobuse na CNG.

Hidrogen, kao alternativno gorivo, ima najmanji štetni uticaj na okolinu, kao i najveću energetske gustinu. Pri sagorevanju oslobađa se voda i nešto malo NO_x, koji se može kontrolisati primenom katalitičkih konvertora. Hidrogen, u motorima sus, eksperimentalno se primenjuje već dvadesetak godina. U primeni hidrogena prednjači Nemačka. Elektrohemijskim procesom, iz goriva bogatih vodonikom, obično prirodnog gasa ili metanola, u gorivim ćelijama se izdvaja vodonik, koji u kombinaciji sa kiseonikom proizvodi električnu energiju i vodu.

Gorivo se efikasnim elektrohemijskim procesom pretvara u električnu energiju.

Sa aspekta ekologije ovo je izrazito dobar pogon motornih vozila.

Hibridni pogon predstavlja kombinaciju više pogona (najčešće elektromotora i motora sus sa konvencionalnim gorivom). U primeni je redna ili paralelna veza ovih pogona. Dizel hibridni autobusi mogu da rade, u uslovima gradskog saobraćaja, sa nultom izduvnom emisijom. Vozila sa hibridnim pogonom nalaze se između vozila sa konvencionalnim gorivima i vozila sa gorivim ćelijama.

Primena hibridnih pogona na vozilima značajno redukuje izduvnu emisiju u odnosu na dizel pogon. Potrošnja goriva je manja za oko 15-30%, kao i ukupna emisija CO₂. Neki evropski proizvođači (MAN, Mercedes, Solaris) su razvili svoje modele drumskih vozila na hibridni pogon.

Pogonski sistem drumskih vozila, sa čisto elektro pogonom, sastoji se od elektromotora, paketa baterija koje služe za smeštaj energije i sistema za upravljanje.

Danas su u upotrebi uglavnom olovne i nikel-kadmijumske baterije. Intenzivno se radi na povećanju primene nikel - metal - hibridnih, litijum - jonskih i natrijum - nikel - hlorid baterije.

Osnovna prednost vozila sa elektro pogonom je odsustvo izduvne emisije.

3. STANJE I TRENDOVI IZDUVNE EMISIJE MOTORNIM VOZILIMA

U Kaliforniji 1966 god. Doneti su prvi zakonski propisi o ograničenju izduvne emisije putničkih vozila. U Evropi 1970 godine doneta je prva direktiva o ograničenju izduvne emisije putničkih vozila (Directive 70/220/EC). Direktiva 98/69/EC propisuje granične vrednosti za sledeće komponente u izduvnoj emisiji oto i dizel motora: Ugljen monoksid (CO); Nesagorele ugljovodonike (HC); Okside azota (NO_x); Čvrste čestice, čadj (PM).

Od propisa Evro 4 svi delovi vozila koji utiču na izduvnu emisiju moraju da dokažu vek trajanja od 100.000 km, a od propisa Evro 5 vek trajanja je produžen na 160.000 km.

1990 godine Kalifornijska služba za zaštitu okoline (CARB- California Air Resource Board) je donela program pod imenom „Low Emissions Vehicle Regulations“ (LEV). Ovaj program zahtevao je od automobilske industrije kontinualno uvođenje na tržište sve većeg broja „čistih vozila“, sa permanentnom kontrolom izduvne emisije (On Board Diagnose - OBD). Uvedene su četiri kategorije zakonske regulative u oblasti vozila, koja su kontinualno imala da zadovolje sve strožije zakonske regulative: TLEV – Transient Low Emissions Vehicles (od 1995), LEV – Low Emissions Vehicles (od 1988), ULEV – Ultra Low Emissions Vehicles (od 1998), ZEV – Zero Emissions Vehicles (2% od 1998, 10% od 2010).

Pošto zahtev za ZEV do danas nije mogao da bude ispunjen, zakonodavac je 1998 godine doneo LEV II propis, kojim su uvedene još dve kategorije: SULEV – Super Ultra Low Emissions Vehicles, PZEV – Partial Zero Emissions Vehicles.

2012 godine donet je novi propis LEV III, koji pooštrava granične vrednosti za HC, NO_x i PM i primenjuje se na sva vozila od 2020 godine.

U skoro svim zemljama sveta važe propisi o ograničenju izduvne emisije, koji se oslanjaju na propise Evropske Unije, SAD, ili Japana.

Zajednički za propise svih zemalja je da se testovi vrše na probnom stolu i da imaju sopstvenu-specifičnu propisanu šemu vožnje. Razlike u metodama ispitivanja u EU, SAD, Japanu,... znatno povećavaju troškove razvoja i homologacije.

Trenutno, na snazi je 125 ECE Pravilnika, od čega je 15 u oblasti izduvne emisije i energije motornih vozila, i to: ECE15 – emisija putničkih vozila (nije više aktuelan); ECE24 – emisija dima teških motora i vozila; ECE40 – emisija motorcikala; ECE47 – emisija mopeda; ECE49 – emisija gasova i čestica teških motora i vozila; ECE67 – oprema vozila sa pogonom na tečni naftni gas (LPG); ECE83 – emisija putničkih i lakih teretnih vozila; ECE84 – merenje potrošnje goriva; ECE85 – merenje snage motora; ECE96 – emisija traktorskih dizel motora; ECE101 – emisija ugljendioksida i potrošnja goriva putničkih vozila; ECE103 – zamena katalitičkih konvertora; ECE110 – specifična oprema za komprimovani priridni gas (CNG); ECE115 – naknadna ugradnja LPG i CNG uređaja i ECE120 – merenje snage i potrošnje goriva traktora. Svetska harmonizacija vozilskih propisa (Global Technical Regulation – GTR) obuhvata: Worldwide Heavy-Duty Certification Procedure (WHDC) – GTR No.4; Worldwide Motorcycle Emission Test Cycle (WMTC) – GTR No. 2; OBD System for Heavy-Duty Vehicles (WH-OBD) – GTR No. 5; Heavy duty Off-Cycle Emissions (OCE) – GTR No. 10; Particulate Measurement Programme (PMP); Non-road Mobile Machinery (NRMM); Worldwide Harmonization of Light-Duty Test Procedure (WLTP); Hydrogen and Fuel Cell Vehicles (HFCV).

4. EVROPSKA ZAKONSKA REGULATIVA, TRENDVI RAZVOJA I NJENE PRIMENE

U narednom delu rada daće se temeljan prikaz Evropske zakonske regulative danas, kao i trendovi razvoja i njene primene (tabele od 1 do 11).

Tabela 1. Izduvna emisija putničkih vozila i lakih teretnih vozila mase manje od 1305 kg - Emisija benzinskih motora po ECE 83.01 testu (gradsi+prigradski ciklus)

	Godina	CO g/km	THC ¹ g/km	NMHC ² g/km	NO _x g/km	THC+NO _x g/km	PT ³ g/km
Euro 1	1992	2.72				0.97	
Euro 2	1996	2.2				0.5	
Euro 3	2000 ⁴	2.3	0.2		0.15		
Euro 4	2005	1.0	0.1		0.08		
Euro 5	2010	1.0	0.1	0.068	0.06		0.005
Euro 6	2015	1.0	0.1	0.068	0.06		0.0045

¹ THC – ukupni nesagoreli ugljovodonici; ² NMHC – ne-metanski ugljovodonici; ³ Samo za benzinske motore sa direktnim ubrizgavanjem; ⁴ Od 2000. god kontroni test počinje odmah nakon startovanja (bez početnih 40 sek.)

Tabela 2. Izdovna emisija putničkih vozila i lakih teretnih vozila mase manje od 1305 kg - Emisija dizel motora po ECE 83.01 testu (gradski+prigradski ciklus)

	Godina	CO g/km	THC ¹ g/km	NMHC ² g/km	NOx g/km	THC+NOx g/km	PT ³ g/km	PN ⁴ broj/km
Euro 1	1992	2.72				0.97	0.14	
Euro 2	1996	1.0				0.7	0.08	
Euro 3	2000 ⁴	0.64			0.50	0.56	0.05	
Euro 4	2005	0.50			0.25	0.30	0.025	
Euro 5	2010	0.50			0.18	0.23	0.005	6 x 10 ¹¹
Euro 6 ⁴	2015	0.50			0.08	0.17	0.0045	6 x 10 ¹¹

¹THC–ukupni nesagoreli ugljovodonici; ²NMHC–ne-metanski ugljovodonici ³ Za granice od 0.0045 g/km i 6 x 10¹¹ važiće nova merna procedura; ⁴Od 2000. god kontrolni test počinje odmah nakon startovanja (bez početnih 40 sek.)

Tabela 3. Izdovna emisija putničkih i lakih teretnih vozila - U odnosu na Euro 4 granice za Euro 5 su niže za oko 20% za HC i NOx, pet puta niže za čestice (Granični nivoi emisija za 2009. godinu)

“Euro 5”	Masa (kg)	Gorivo	CO	THC ⁴	NMHC ⁵	NOx	HC+NOx	PT ⁶
Putnička vozila ²		Benzin	1.0	0.100	0.068	0.06		-
		Dizel	0.5			0.18	0.230	0.005
Laka komerc. vozila	I ≤ 1305	Benzin	1.0	0.100	0.068	0.6		
		Dizel	0.5			0.18	0.230	0.005
	II 1305÷1760	Benzin	1.81	0.130	0.090	0.075	-	-
		Dizel	0.63			0.235	0.295	0.008
	III ³	Benzin	2.27	0.160	0.108	0.082	-	-
		Dizel	0.74			0.280	0.350	0.012

¹ - Emisija u (g/km) po ECE 83.05 testu (gradski+prigradski ciklus);² - Osim za vozila max. mase preko 2500 kg; ³ - Uključujući putnička vozila mase preko 2500 kg; ⁴ - THC (total hydrocarbons) – ukupni nesagoreli ugljovodonici; ⁵ - NMHC (non-methane hydrocarbons) – nemetanski ugljovodonici; ⁶ - Samo za dizel motore i benzinske motore sa direktnim ubrizgavanjem

Tabela 4. Izdovna emisija putničkih i lakih teretnih vozila. Propis EC 715/2007 od 20 juna 2007. predviđa još niže granice nakon 2014. godine -Emisija NOx dizel motora manja za oko 60% u odnosu na Euro 5 (Granični nivoi emisija za 2014. godinu)

“Euro 6”	Masa (kg)	Gorivo	CO	THC ⁴	NMHC ⁵	NOx	HC+NOx	PT ⁶
Putnička vozila ²		Benzin	1.0	0.100	0.075	0.06		-
		Dizel	0.5			0.08	0.170	0.005
Laka komerc. vozila	I ≤ 1305	Benzin	1.0	0.100	0.075	0.06		
		Dizel	0.5			0.08	0.170	0.005
	II 1305÷1760	Benzin	1.81	0.130	0.10	0.075	-	-
		Dizel	0.63			0.105	0.195	0.008
	III ³ ≥1760	Benzin	2.27	0.160	0.12	0.082	-	-
		Dizel	0.74			0.125	0.215	0.012

¹ - Emisija u (g/km) po ECE 83.05 testu (gradski+prigradski ciklus); ² - Osim za vozila max. mase preko 2500 kg; ³ - Uključujući putnička vozila mase preko 2500 kg; ⁴ - THC (total hydrocarbons) – ukupni nesagoreli ugljovodonici; ⁵ - NMHC (non-methane hydrocarbons) – nemetanski ugljovodonici; ⁶ - Samo za dizel motore i benzinske motore sa direktnim ubrizgavanjem

Tabela 5. Izdovna emisija teških teretnih vozila (Granice emisija po ESC i ELR testu Pravidnika ECER 49.03)

Nivo	CO	HC	NOx	PT	Dim	Napomena
ECE 49.03	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	m ⁻¹	
A (2000)	2.1	0.66	5.0	0.10	0.8	Euro III
B1 (2005)	1.5	0.46	3.5	0.02	0.5	Euro IV
B2 (2008)	1.5	0.46	2.0	0.02	0.5	Euro V
C (EEV)	1.5	0.25	2.0	0.02	0.15	
(2013/2014)	1.5	0.13	0.4	0.1		Euro VI

Tabela 6. Izdovna emisija teških teretnih vozila (Granice emisija po ETC testu Pravidnika ECE R 49.03)

Nivo	CO	NMHC	CH ₄	NOx	PM	Napomena
ECE 49	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	
A (2000)	5.45	0.78	1.6	5.0	0.16	Euro III
B1 (2005)	4.0	0.55	1.1	3.5	0.03	Euro IV
B2 (2008)	4.0	0.55	1.1	2.0	0.03	Euro V
C (EEV)	3.0	0.40	0.65	2.0	0.02	
(2013/2014)	4.0	0.16	0.5	0.4	0.01	Euro VI

Tabela 7. Izdovna emisija teških teretnih vozila (Euro VI EU Direktiva 595/2009/EC, 18.7.2009 Važi od 2013/2014)

Test	CO	THC	NMHC	CH ₄	NOx	NH ₃	PM
	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	g/kWh	ppm	g/kWh
ESC (diz.)	1.5	0.13			0.4	10	0.01
ETC (diz.)	4.0	0.16			0.4	10	0.01
ETC (oto)	4.0		0.16	0.5	0.4	10	0.01

Tabela 8. Izdovna emisija dizel motora ne-drumskih vozila - traktora i radne mehanizacije (NRMM – Non Road Mobile Machinery) Pravidnik ECE 96 sa amandmanima serije 01; Direktiva EU 97/68/EEC do amandmana 2004/26/EC. Popularno zvani propisi Stage I, II (2000), IIIA (2005, predlog u ECE), IIIB (2009 EU), IV (2012 EU) Emissions (g/kWh) Stage I (Dir98/68/EC), ECE R96.00, Test cycle: NRSC (8 mode) ISO 8178-4 C2

Snaga (kW)	CO	HC	NOx
130 ≤ P < 560	5.0	1.3	9.2
75 ≤ P < 130	5.0	1.3	9.2
37 ≤ P < 75	6.5	1.3	9.2

Tabela 9. Izdovna emisija dizel motora ne-drumskih vozila - traktora i radne mehanizacije (NRMM – Non Road Mobile Machinery) Emissions (g/kWh) Stage II (Dir98/68/EC), ECE R96.01, Test cycle: NRSC (8 mode) ISO 8178-4 C2

Snaga (kW)	CO	HC	NOx
130 ≤ P < 560	3.5	1.0	6.0
75 ≤ P < 130	5.0	1.0	6.0
37 ≤ P < 75	5.0	1.3	7.0
18 ≤ P < 37	5.5	1.5	8.0

Tabela 10. Izduvna emisija dizel motora ne-drumskih vozila - traktora i radne mehanizacije (NRMM – Non Road Mobile Machinery) Emissions (g/kWh) Stage IIIA (Dir2004/68/EC), ECE R96.02, Test cycle: NRSC (8 mode) ISO 8178-4 C2

Snaga(kW)	CO (g/kWh)	HC + NOx (g/kWh)	PT (g/kWh)	Valid from (in EU)
130≤P<560	3.5	4.0	0.2	30.06.2005
75≤P<130	5.0	4.0	0.3	31.12.2005
37≤P<75	5.0	4.7	0.4	31.12.2006
19≤P<37	5.5	7.5	0.6	31.12.2006

Tabela 11. Izduvna emisija dizel motora ne-drumskih vozila - traktora i radne mehanizacije Emissions (g/kWh) Stage IIIB (Dir2004/68/EC), Test cycle: NRSC (8 mode) ISO 8178-4 C2 or NRTC

Snaga (kW)	CO	HC	NOx	PT	Važi do
130≤P<560	3.5	0.19	2.0	0.025	30.06.09
75≤P<130	5.0	0.19	3.3	0.025	31.12.10
56≤P<75	5.0	0.19	3.3	0.025	31.12.10
37≤P<56	5.5	HC+NOx=4.7	HC+NOx=4.7	0.025	31.12.11

Da bi se izduvna emisija benzinskih motora poboljšala potrebna je primena novih tehnologija (radi postizanja zahteva Euro 5 i 6), što se može iskazati na sledeći način: Usavršavanje motora (elektronsko ubrizgavanje, turbopunjenje, promenljiva šema razvoda, EGR); Naknadni tretman (TWC, zagrevanje katalizatora, SCR); OBD; Direktno ubrizgavanje (smanjenje emisije i potrošnje, veća cena, emisija čestica); Alternativna goriva (bio-etanol, vodonik); Hibridni pogon (paralelni, serijski, paralelno-serijski, mild, plug-in: dobra emisija i potrošnja, veća cena i masa vozila); Gorive ćelije (perspektivno rešenje ali još daleko od primene); Kvalitetno gorivo (bez sumpora, benzena i olova). Dizel motor je veliki zagađivač u velikim gradovima i zato je znatno više, od oto-motora, na udaru zakona.

Na osnovu predhodno prikazanih podataka, vidi se da će propisi biti sve stroži. Da bi se zadovoljili sve strožiji propisi, po pitanju izduvne emisije motornih vozila, neophodno je razvijati nove savremene tehnologije. Uvođenje novih- tzv. alternativnih pogona u serijsku proizvodnju zahteva sveobuhvatna istraživanja, kao i iznalaženje onih rešenja koja će zadovoljiti ne samo kriterijume po pitanju izduvne emisije, već i po pitanju performansi i karakteristika vozila. Pri tome neophodno je obezbediti i što niže troškove proizvodnje i eksploatacije vozila sa takvim pogonima.

4. MOGUĆNOSTI SMANJENJA EMISIJE U OTO I DIZEL MOTORIMA

I pored ulozenih velikih napora da se pronadje drugi (alternativni) pogonski agregat za motorna vozila, motor sus je do danas ostao neprikosnoveni pogonski agregat motornih vozila. Skoro 140 godina dizel i oto motori pokazuju da su najbolja tehnicka resenja pogonskih agregata vozila koja koriste energiju koja je sadržana u fosilnim gorivima.

Veruje se da ce obe motorske varijante (oto i dizel motori) zadržati svoj značaj kao pogonski agregati za motorna vozila i u budućnosti, a da ce razvoj u pogledu smanjenja potrošnje goriva i stetnog uticaja izduvne emisije na zivotnu sredinu i dalje intenzivno biti nastavljen.

Do 1975.godine analizirani su samo teorijski uporedni ciklusi oto i dizel motora, koji vode računa samo o ekonomičnosti motora. 1975 godine patentiran je novi teorijski ciklus, koji vodi računa i o smanjenju emisije izduvnih gasova (HC i NO_x), tzv. termodinamički ciklus sa izotermnom ekspanzijom. Oto i dizel motori sa višekratnim, direktnim brizgavanjem, koji se danas proizvode i primenjuju, rade prema ovom ciklusu.

Od uvođenja prvih zakonskih propisa o ograničenju emisije izduvnih gasova, početkom 70.tih godina prošlog veka, pred motorima sus postavljali su se sve strožiji zahtevi po pitanju zadovoljenja zahteva koji se odnose na sastav izduvne emisije. Razvoj oto i dizel motora

omogućio im je zadovoljenje sve strožijih zahteva, i to im je omogućilo da i danas budu najprimenljiviji pogonski agregati motornih vozila. Mere koje se preduzimaju radi smanjenja stetnosti izduvne emisije i smanjenja potrošnje goriva (a time i smanjenje CO₂), podrazumevaju optimiranje velikog broja parametara i sistema ovih motora.

Sva vozila, koja se danas proizvode, moraju da imaju rezervoar sa aktivnim ugljem, da bi smanjili isparavanje vozila u miru, kao i kompletan sistem za kontrolu izduvne emisije u toku eksploatacije.

Danasnji rezultati analize uticaja emisije CO₂ na moguće klimatske promene, intenzivirali su napore u razvoju motora sus u oblasti smanjenja potrošnje goriva. Razvoj novih materijala, primena novih tehnologija proizvodnje, kontrole i upravljanja procesima u motoru, doprinose unapređenju karakteristika motora sus, i sa aspekta smanjenja potrošnje goriva, kao i sa aspekta smanjenja stetnog uticaja na životnu sredinu.

5. ZAKLJUČAK

Automobil će i u budućnosti zadržati svoj primat kao sredstvo saobraćaja. Adekvatna zamena za njega još nije pronađena. Sve dok bude u upotrebi, motor sus će i dalje morati da ispunjava sve zahteve koji se postavljaju pred njim, posebno imajući u vidu sve veću gustinu saobraćaja - posebno u velikim gradovima, kao i problemima u vezi sa potrošnjom energije i štetnim dejstvom na okolinu.

Bez obzira na to kolike su rezerve fosilnih goriva u prirodi, najverovatnije su ograničene, i zato je traženje drugih goriva, a sa tim i novih rešenja alternativnih pogona, stalni pratilac razvoja u automobilskoj industriji.

Iako se intenzivno radi na iznalaženju alternativnih goriva, a samim tim i alternativnih pogona motornih vozila, dugi niz godina, pokazalo se da da ni jedan od, do sada predloženih rešenja, nije moglo da u potpunosti eliminiše primenu motora sus u gradnji motornih vozila. I dalje se smatra da će motor sus biti glavni pokretač motornih vozila i dalje, i to dugi niz godina. Hibridni pogoni su alternativno rešenje (kombinacija motorskog pogona sa dodatnim elektro pogonom) koje ne zamenjuje, već samo dopunjuje motor sus. Automobili sa čisto električnim pogonom, kao i automobili sa tzv. gorivim ćelijama, najverovatnije tek treba da se razvijaju i usavršavaju još dugi niz godina da bi se mogli koristiti u masovnom saobraćaju.

Zahtevi u pogledu zaštite životne sredine, bez obzira koji pogonski agregat u budućnosti će se koristiti za pokretanje motornih vozila, biće sve strožiji. Takođe moraće da ispunjavaju sve strožije propise o zaštiti životne sredine i svi budući pogonski agregati, materijali od kojih se grade motorna vozila i pogonske materije koja će se primenjivati, i to u svim fazama životnog ciklusa vozila - od dobijanja sirovina za gradnju delova vozila i proizvodnju pogonskih materija, do reciklaže motornih vozila.

6. LITERATURA

- [1] 35. Internationales Wiener Motorensymposium. Wien, 2014
- [2] Warnecke, W.: Kraftstoffe für das 21. Jahrhundert. MTZ, Oktober 2006
- [3] V. Krstić, B. Krstić, V. Lazić: Mogućnost izražavanja karakteristika kvaliteta motora sa unutrašnjim sagorevanjem, Zbornik radova sa Konferencije Festival kvaliteta'2010, Kragujevac, 2010, str. D67-D72
- [4] B. Krstić: Tehnička eksploatacija motornih vozila i motora, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2009.
- [5] Deibel, L.E., Zumwalt, B.: "Modular approach to on-board automatic data collection systems", Transportation Research Board, Washington, 1984
- [6] The gas vehicles report (GVR), vol.8, No 86, March 2009.
- [7] Hedbom, A.: Assessments of test cycle proposals, AB Svensk Bilproving, 1995